

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ім. Є.О. ПАТОНА НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
Відділ аспірантури при ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України
академік НАН України



С.І. Кучук-Яценко
(ініціали, прізвище)

«06» липня 2020 р.

СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

1/II

(шифр за ОП)

ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

рівень вищої освіти - доктор філософії з металургії

спеціальність - 136 – Металургія

освітня програма - Металургія

Затверджено на випускному
відділі за спеціальністю 136
«Металургія»

Інституту електрозварювання
ім. Є.О. Патона НАН України
Протокол №1 від 3.07.2020 р.
Завідувач випускового відділу
чл.-кор. НАН України, проф.

В.О. Шаповалов
В.О. Шаповалов

Київ – 2020 р.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Зав. відділу плазмово-шлакової металургії Інституту
електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ
д.т.н., чл-кор., проф. Шаповалов Віктор Олександрович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

В.О. Зав. відділу фізико-хімічних досліджень матеріалів Інституту
електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ
к.т.н. Григоренко Світлана Георгіївна

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Провідний науковий співробітник відділу плазмово-шлакової
металургії Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ
д.т.н., Біктагіров Фаріт Камілович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Провідний науковий співробітник відділу фізико-хімічних
досліджень матеріалів
Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ
к.т.н. Грицків Я.П.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Вступ

Програму навчальної дисципліни «Структура та властивості матеріалів»
(назва навчальної дисципліни)

складено відповідно до освітньої програми ОНП 1/П,
(ОПІ/ОНП, назва)

III рівня вищої освіти доктор філософії
(рівень вищої освіти)

спеціальності 136 – металургія
(код і назва спеціальності)

Навчальна дисципліна належить до циклу професійної підготовки, шифр 1/П.
(загальної / професійної підготовки)

Статус навчальної дисципліни вибіркова
(обов'язкова / вибіркова)

Обсяг навчальної дисципліни 7 кредитів ЄКТС.

Міждисциплінарні зв'язки “Методи дослідження металів і сплавів” – код 2/П.

Дисципліна забезпечує виконання – дисертаційної роботи доктора філософії з металургії.

1.1. Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів компетентностей:

- здатність проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових та складних ідей (код ЗК-5);
- здатність розроблення та реалізація проектів, включаючи власні дослідження (код ЗК-7);
- здатність планувати й організовувати роботу дослідницьких колективів з рішення наукових і науково-освітніх завдань (код ЗК-10);
- здатність працювати в міжнародному контексті (код ЗК-13);
- здатність ініціювати інноваційні комплексні проекти в металургії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації (код ФК-1);
- здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в металургії і дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з металургії та суміжних галузей (код ФК-2);
- здатність узагальнювати результати сучасних досліджень структури та властивостей матеріалів для вирішення наукових і практичних проблем, на основі фундаментальних та спеціальних знань синтезувати та створювати нові матеріали заданого функціонального призначення (код ФК-5);
- здатність оцінювати властивості матеріалів на основі існуючих та спеціально розроблених моделей та методів досліджень. (код ФК-6);
- здатність визначати і оцінювати актуальність наукового напрямку та практичне значення досліджень (код ФК-10);

– здатність адаптувати і узагальнювати результати сучасних досліджень в металургійній галузі знань для вирішення наукових і практичних проблем (код ФК-15).

1.2. Завдання навчальної дисципліни

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

– передових концептуальних та методологічних знань з металургії та на межі предметних галузей, а також дослідницьких навичок для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень (код ЗН-1);

– новітніх світових досягнень науки, техніки та технологій в галузі металургія та суміжних сферах (код ЗН-5);

– сучасних методів теоретичного та експериментального дослідження властивостей матеріалів (код ЗН-6);

– закономірностей керування складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення (код ЗН-7);

– сучасної вітчизняної та зарубіжної науково-технічної інформації в професійній сфері діяльності (код ЗН-12).

– термодинаміки та кінетики металургійних процесів (код ЗН-15).

уміння:

– використовувати необхідні для обґрунтування висновків докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні емпіричні дані (код УМ-2);

– розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі металургійних процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів в металургії (код УМ-3);

– планувати і виконувати експериментальні дослідження з металургії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних обладнання та методик, аналізувати результати експериментів у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми (код УМ-4);

– застосовувати аналіз та синтез знань під час вирішення проблем в широкому контексті металургійних та міждисциплінарних задач за умов невизначеності чи неповної інформації (код УМ-7);

– планувати теоретичне та експериментальне дослідження, оцінювати, адаптувати та узагальнювати його результати (код УМ-9);

– проводити економічний аналіз витрат і результативності науково-дослідних робіт та проектів (код УМ-15);

– постійно удосконалювати свій загальний інтелектуальний та професійний рівень (код УМ-18);

- генерувати нові ідеї для вирішення науково-дослідних проектів та дослідницько-конструкторських робіт (код УМ-19);
- розробляти нові методики досліджень у галузі металургії (код УМ-26);
- планувати і проводити аналітичні, імітаційні та експериментальні дослідження, критично оцінювати дані і робити висновки (код УМ-27);
- використовувати новітні методи дослідження металів і сплавів. (код УМ-32);

2. Структура навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 210 годин / 7 кредити ECTS.

Навчальна дисципліна містить кредитний модуль: “Структура та властивості матеріалів”

Рекомендований розподіл навчального часу

Форма навчання	Семестри	Усього кредитів / годин	Розподіл навчального часу за видами занять			Семестрова атестація
			Лекції	Лабораторні заняття	СР аспіранта*	
Денна	3	7/210	36	18	156	Екзамен

* Розрахунок наведено в додатку А

3. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль - Структура та властивості матеріалів.

Зміст.

Вступ.

Розділ 1. Кристалічна будова металів.

Тема 1.1. Кристалічна будова і кристалічні ґратки металів.

Тема 1.2. Властивості кристалів, дефекти кристалічної ґратки.

Розділ 2. Кристалізація металів.

Тема 2.1. Механізм процесу кристалізації, форма кристалічних утворень.

Тема 2.2. Будова металевих злитків. Неоднорідності сталевих злитків.

Розділ 3. Металеві сплави.

Тема 3.1. Сплави та його різновиди.

Тема 3.2. Сплави заліза з вуглецем.

Розділ 4. Термічна обробка металів.

Тема 4.1 Теорія термічної обробки.

Тема 4.2 Технологія термічної обробки.

Розділ 5. Якість і властивості матеріалів.

Тема 5.1. Якість металів і його оцінка. Механічні, технологічні, фізичні, хімічні та експлуатаційні властивості металів і сплавів.

Розділ 6. Класифікація металів.

Тема 6.1. Низько-, середньо- і високовуглецеві сталі, маркування вуглецевих сталей.

Тема 6.2. Леговані сталі, вплив легуючих елементів на властивості сталей.

Тема 6.3. Сталі різного призначення.

Тема 6.4. Чавуни.

Розділ 7. Кольорові і композиційні метали.

Тема 7.1. Алюміній, мідь і сплави на їх основі. Титан та титанові сплави.

Тема 7.2. Композиційні матеріали. Матеріали порошкової металургії.

Розділ 8. Структура і властивості металів спеціальної металургії.

Тема 8.1. Основні процеси спеціальної металургії.

Тема 8.2. Якість металу спеціальної металургії.

Розділ 9. Дослідження структури металів і сплавів.

Тема 9.1. Макро- та макроскопічні металографічний методи досліджень.

Вступ.

Предмет, задачі і зміст курсу. Загальні положення.

Розділ 1. Кристалічна будова металів.

Тема 1.1. Кристалічна будова і кристалічні ґратки металів.

Загальні відомості про метали, атомно-кристалічна будова металів, основні типи елементарних кристалічних ґраток.

Тема 1.2. Властивості кристалів, дефекти кристалічної ґратки.

Поняття про ізотропію й анізотропію, точкові та лінійні дефекти кристалічних структур.

Розділ 2. Кристалізація металів.

Тема 2.1. Механізм процесу кристалізації, форма кристалічних утворень.

Загальні відомості про кристалізацію, вільна енергія для рідкого та твердого металу, криві охолодження, способи побудови. Види кристалів, розмір зерна.

Тема 2.2. Будова металевого злитка. Неоднорідності сталевих злитків.

Умови формування структури сталевих злитків. Будова злитка звичайного виробництва. Основні види дефектів і неоднорідностей сталевих злитків.

Розділ 3. Металеві сплави.

Тема 3.1. Сплави та його різновиди.

Поняття про сплави і методи їх отримання, особливості будови, кристалізації і властивостей сплавів: механічних сумішей, твердих розчинів, хімічних сполук. Діаграма стану.

Тема 3.2. Сплави заліза з вуглецем.

Діаграма стану залізо-вуглець, компоненти і фази залізовуглецевих сплавів, критичні точки діаграми, правило фаз.

Розділ 4. Термічна обробка металів.

Тема 4.1 Теорія термічної обробки.

Основні поняття термічної обробки. Перетворення в сталі при нагріванні. Діаграма ізотермічного перетворення аустеніту. Перетворення в сталі при охолодженні.

Тема 4.2 Технологія термічної обробки.

Класифікація видів термічної обробки сталі. Відпалювання, види, застосування. Загартування, види, застосування, дефекти. Відпуск, види, застосування.

Розділ 5. Якість і властивості матеріалів.

Тема 5.1. Якість металів і його оцінка. Механічні, технологічні, фізичні, хімічні та експлуатаційні властивості металів і сплавів.

Механічні, технологічні, фізичні, хімічні та експлуатаційні властивості металів і сплавів.

Розділ 6. Класифікація металів.

Тема 6.1. Низько-, середньо- і високовуглецеві сталі, маркування вуглецевих сталей.

Вплив вуглецю і домішок на властивості сталей. Вуглецеві сталі звичайної якості. Якісні вуглецеві сталі. Класифікація та маркування сталей.

Тема 6.2. Леговані сталі, вплив легуючих елементів на властивості сталей.

Призначення легуючих елементів в сталі. Класифікація і маркування легованих сталей. Якісні і високоякісні леговані сталі.

Тема 6.3. Сталі різного призначення.

Конструкційні, інструментальні, швидкорізальні, нержавіючі, шарикопідшипникові, жароміцні сталі. Маркування сталей.

Тема 6.4. Чавуни.

Класифікація чавунів, діаграма стану залізо - графіт. Процес графітизації. Будова, властивості, класифікація і маркування сірих чавунів. Високоміцні і ковкі чавуни.

Розділ 7. Кольорові і композиційні метали.

Тема 7.1. Алюміній, мідь і сплави на їх основі. Титан та титанові сплави.

Мідь і її сплави, латуні, бронзи, призначення. Алюмінієві сплави, що деформуються сплави і не зміцнюються термічною обробкою, алюмінієві сплави, що деформуються сплави і зміцнюються термічною обробкою. Ливарні алюмінієві сплави. Титан і його сплави, маркування титанових сплавів.

Тема 7.2. Композиційні матеріали. Матеріали порошкової металургії.

Поняття про композиційні матеріали, види і області застосування. Можливості порошкової металургії. Конструкційні, антифрикційні, магнітні та порошкові матеріали.

Розділ 8. Структура і властивості металів спеціальної металургії.

Тема 8.1. Основні процеси спеціальної металургії.

Особливості процесів спеціальної металургії. Електрошлаковий переплав. Електронно-променева плавка. Плазмово-дугового переплав. Вакуумно-дуговий переплав.

Тема 8.2. Якість металу спеціальної металургії.

Будова злитків, отриманих за допомогою переплавних процесів (ЕШП, ВДП, ПДП і ЕПП). Якість металу ЕШП, ВДП, ПДП і ЕПП. Електрошлакові технології підвищення якості злитків.

Розділ 9. Дослідження структури металів і сплавів.

Тема 9.1. Макро- та макроскопічні металографічний методи досліджень.

Виготовлення макро- і мікрошліфів, способи травлення. Аналіз неметалевих включень, розміру зерна, макроструктури.

4. Рекомендований перелік лабораторних занять

За час проведення лабораторних занять аспіранти отримують прикладні професійні навички застосування основних знань щодо структури та властивостей матеріалів.

Лабораторне заняття № 1

Підготовка об'єктів для металографічних досліджень.

Лабораторне заняття № 2
Вивчення макро- і мікроструктури литого металу.

Лабораторне заняття № 3
Аналіз фазових станів в системі залізо-вуглець.

Лабораторне заняття № 4
Методи вимірювання механічних властивостей металів.

Лабораторне заняття № 5
Вимірювання твердості і мікротвердості металів.

Лабораторне заняття № 6
Підготовка мікрошліфів.

Лабораторне заняття № 7
Хімічне травлення для виявлення макро- і мікроструктури.

Лабораторне заняття № 8
Аналіз неметалічних включень.

Лабораторне заняття № 9
Визначення величини зерна.

5. Рекомендовані індивідуальні завдання

Самостійна робота аспірантів включає підготовку до лекцій, практичних робіт, модульної контрольної роботи та екзамену (див. Методичні вказівки до самостійної роботи). Розподілення часу на самостійну роботу наведено в додатку А.

6. Рекомендована література

6.1 Література базова:

1. Гуляев А. П. *Металловедение*. - М.: *Металлургия*, 1986. 544 с.
2. Лахтин Ю.М. *Металловедение и термическая обработка металлов*. - М.: *Металлургия*, 1984. 360 с.
3. *Материаловедение*/ Арзамасов Б.Н., Сидорин И.И., Косолапов Г.Ф. и др. - М.: *Машиностроение*, 1986. 384 с., С.175-184, 194-197, 207-523.
4. Геллер Ю.А., Рахштадт А. Г. *Материаловедение*. - М.: *Металлургия*, 1986. 456с., С.328-341, 430-442.
5. Золотаревский, В.С, *Механические свойства металлов* / В.С. Золотаревский [и др.]. – Москва : МИСИС – 1998. – 400 с.
6. Ефимов В.А. *Стальной слиток*.: М.: 1961. 357с

7. Парфенов В.Д. Структура, свойства и применение чугунов. Учебное пособие. -М.: МГУПС (МИИТ), 2016. - 53 с.
8. Хвойка И. Цветные металлы и их сплавы. – М.: Metallurgizdat, 1973. – 239
9. Ильин А.А., Косачев Б.А., Польшкин И.С. Титановые сплавы. ВИЛС-МАТИ, 2009, 520 с.
10. Тимофеева М.Ю., Долматов М.Ю. Композиционные материалы и их применение промышленности. М; Синтег, 2007, 287 с.
11. Латаш Ю.В., Медовар Б.И. Электрошлаковый переплав. – М.: Metallurgiya, 1970. – 240 с.
12. Латаш Ю.В., Матях В.Н. Современные способы производства слитков особо высокого качества. Киев, «Наукова думка», 1987, 286 с.
13. Худокормова, Р.Н. Материаловедение. Лабораторный практикум : учеб. пособие для вузов / Р.Н. Худокормова, Ф.И. Пантелеенко. – Минск : Вышэйшая школа, 1988. – 224.

6.2 Література допоміжна:

1. Адашкин А.М. и др., под редакцией Соломенцева Ю.М., Материаловедение, М., Высшая школа, 2005 .
2. Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали. – М.: Metallurgiya, 1985. – 367 с.
3. Блатнер М.Е. Теория термической обработки. – М.: Metallurgiya, 1984. – 327 с.
4. Скобло С.Я., Казачков Е.А. Слитки для крупных поковок. – М.: Metallurgiya, 1973. – 247 с.
5. Сучков Д.И. Медь и ее сплавы. – М.: Metallurgiya, 1967. – 248 с.
6. Аношкин Н.Ф. Титановые сплавы. Metallografiya titanovykh spлавov. М. «Metallurgiya», 1980.
7. Коцюба А.А. Порошковые материалы для авиационной и ракетно-космической техники. Киев: КВИИ, 2016, 300 с.
8. Мовчан Б.А., Тихоновский А.А., Курапов Ю.А. Электроннолучевая плавка и рафинирование металлов и сплавов. Киев: «Наукова думка», 1973, 192 с.
9. Ключев М.М. Плазменно-дуговой переплав. М. «Metallurgiya», 1980.
10. Сергеев А.Б., Швед Ф.И., Тулин Н.А. Вакуумный дуговой переплав конструкционных сталей. М.: Metallurgiya, 1974. – 367 с.
11. Самохоцкий А.И., Кунявский М.И. Лабораторные работы по материаловедению и термической обработке металлов. М.: Машиностроение, 1981.

7. Засоби діагностики успішності навчання

Для поточного контролю успішності навчання рекомендується проведення п'яти контрольних робіт – одна модульна контрольна робота розбивається на 5 контрольні роботи за окремими розділами (на контрольні роботи виносяться питання лекційного курсу, лабораторних робіт і СР аспірантів):

1. Кристалізація металів.
2. Металеві сплави.
3. Термічна обробка металів.
4. Класифікація металів.
5. Дослідження структури металів і сплавів.

Підсумковий контроль результатів навчання з дисципліни проводиться у формі екзамену.

Навчальна програма складена на основі ОНП підготовки докторів філософії спеціальності 136 – “Металургія”.

Програму розробили:

Зав. відділом
д.т.н. чл-кор., проф.


(підпис)

В.О. Шаповалов

В.О. Зав. відділом
к.т.н.


(підпис)

С.Г. Григоренко

п.н.с. д.т.н.


(підпис)

Ф.К. Біктагіров

п.н.с. к.т.н.


(підпис)

Я.П. Грицків

Розрахунок часу на самостійну роботу

Час на самостійну роботу аспіранта складає

$$T_{\text{CPA}} = 1 t_{\text{Л}} + 2t_{\text{ЛЗ}} + 5\text{МКР} + 1\text{екзамен} = \\ 1 \times 36 + 2 \times 18 + (10 + 11 + 11 + 11 + 11) + 30 \times 1 = 156$$

Примітка: Л – лекції; ЛЗ – лабораторне заняття; МКР – модульні контрольні роботи; Екзамен.